

Tradutor de Língua Brasileira de Sinais

Kelvin Lima; Lucas Rapisardi de Moura; Luis Henrique Oliveira; Luis Matheus

Orientador: Prof. Dr. Paulo César da Silva Emanuel

Resumo: A comunicação, ato de transmitir e receber mensagens e significados entre emissor e receptor, sempre esteve presente na vida do ser humano. Este no que lhe concerne, com o avanço tecnológico, tem buscado continuamente por novos recursos e tecnologias que melhorem o modo como essas informações são transmitidas e que se adaptem às necessidades da sociedade. Mesmo com o acelerado progresso, existe ainda uma carência em relação a soluções voltadas à tecnologia assistiva e dessa maneira, fica evidente a necessidade de desenvolver novas ideias que garantam a inclusão de todos, independente da sua forma de comunicação: verbal, não verbal, gestual ou escrita. Mediante isso, este trabalho visa desenvolver um aplicativo web nomeado Tradutor de Libras que possa ser facilmente acessado de qualquer navegador com internet e que favoreça a comunicação entre deficientes auditivos e pessoas ouvintes, de forma prática sem que haja a necessidade de um intérprete para isso. O Tradutor de Libras foi desenvolvido com o intuito de disponibilizar um sistema de tradução de texto e voz para linguagem de sinais, por meio de conversões utilizando bibliotecas de código aberto, além de técnicas de reconhecimento de imagens por inteligência artificial para a conversão de imagens para texto e voz. Quando aplicado o protótipo foi evidenciado que a tradução por meio de reconhecimento de imagens é realmente possível, porém, é fundamental que haja uma base de imagens extensa e variável, além de tecnologia voltada à visão computacional mais elaborada para que os resultados sejam plenamente satisfatórios.

Palavras-chave: Libras, Comunicação com deficientes auditivos, software de tradução, tecnologia assistiva.

Brazilian sign language translator

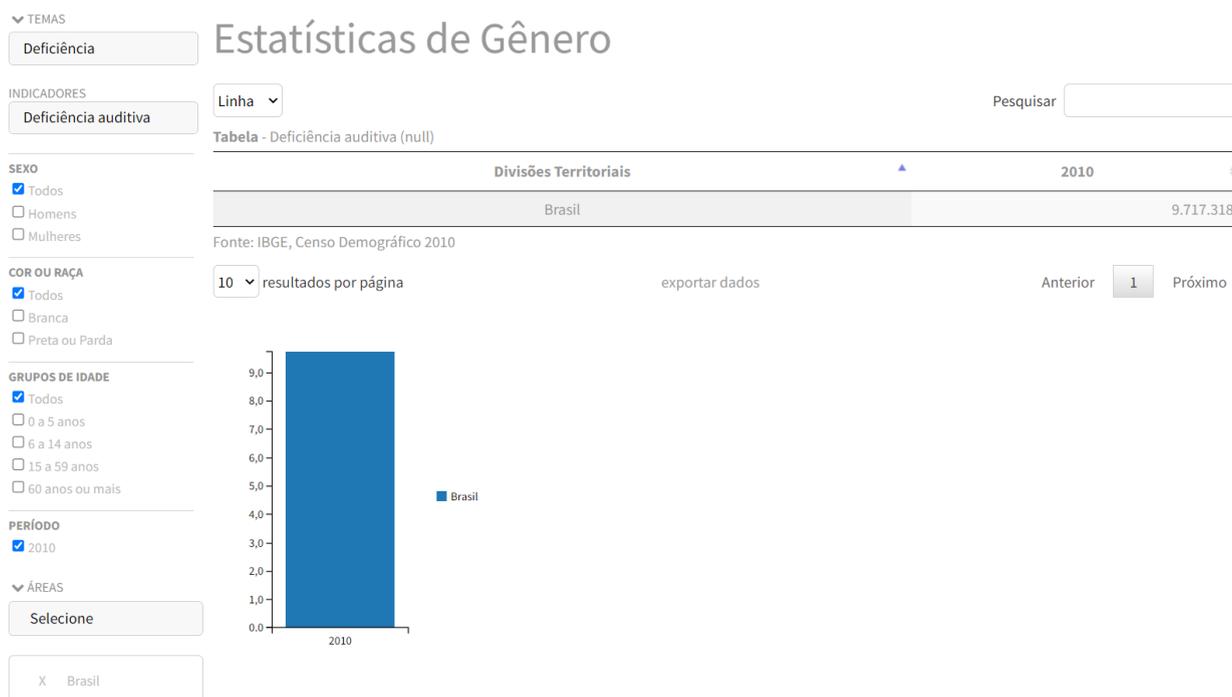
Abstract: Communication, the act of transmitting and receiving messages and meanings between sender and receiver, has always been present in human life. This, in turn, with technological advancement, has been continuously searching for new resources and technologies that improve the way this information is transmitted and that adapt to society's needs. Even with the accelerated progress, there is still a lack of solutions concerning assistive technology and, thus, the need to develop new ideas that ensure the inclusion of everyone, regardless of their form of communication: verbal, non-verbal, gestural or written, becomes evident. Therefore, this work aims to develop a web application named Libras Translator that can be easily accessed from any internet browser and that favors the communication between hearing impaired people and hearing people, in a practical way without the need of an interpreter. The Libras Translator was developed with the intention of making available a text and voice translation system for sign language, by means of conversions using open source libraries, besides image recognition techniques by artificial intelligence for the conversion of images into text and voice. When the prototype was applied, it was evident that translation by means of image recognition is really possible; however, it is fundamental to have an extensive and variable image base, as well as more elaborate computer vision technology for the results to be fully satisfactory.

Keywords: Libras, Communication, Communication with hearing-impaired people, translation software.

1. Introdução

A surdez é definida como a impossibilidade ou dificuldade de ouvir (MORAIS, 2012). Segundo apontamento da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, em 23/09/2021, 5% da população nacional era composta por pessoas com deficiência auditiva, representando, de acordo com dados do IBGE, 10 milhões de pessoas, das quais 2,7 milhões encontravam-se impossibilitadas de ouvir. A imagem abaixo demonstra os dados do IBGE na pesquisa mais recente sobre deficiência auditiva no Brasil. A figura 1 demonstra os dados da pesquisa do IBGE (2010).

Figura 1 - Número de brasileiros com deficiência auditiva no Brasil



Fonte: IBGE (2010)

A audição é constituída por canais que conduzem o som até o ouvido interno, transformando as ondas sonoras em estímulos elétricos e enviando-os ao cérebro. Após a recepção desses estímulos, o cérebro realiza o reconhecimento e identificação do que se é ouvido. Os níveis de perda de audição são demonstrados, em comparação à audição normal, na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Tipos de surdez

Tipo de surdez	Limiares de audição (dB)
Audição normal	0 a 20
Deficiência auditiva Ligeira	21 a 40
Deficiência auditiva Média	41 a 70
Deficiência auditiva Severa	71 a 90
Deficiência auditiva Profunda	acima de 90
Cofose	acima de 120

Fonte: Adaptado de euariz

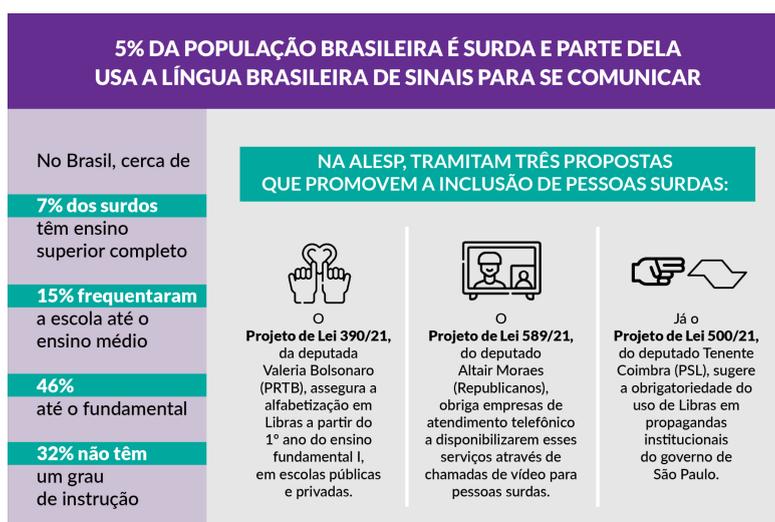
- a) Considera-se audição normal, a habilidade de detectar som de até 20 dB.
- b) Quem possui nível ligeiro de surdez, consegue ouvir as palavras, porém, alguns elementos fonéticos acabam fugindo de seu entendimento;
- c) A surdez média impede que o indivíduo capte as palavras, a menos que sejam expressas em uma intensidade muito forte. Este nível de surdez dificulta a aquisição da linguagem, além disso, a leitura labial passa a ser um recurso importante para quem tem este nível de surdez;
- d) No nível de surdez severa, a palavra em tom normal não é percebida, fazendo necessário que o comunicador grite para que a contraparte com deficiência auditiva capte as palavras. Neste nível é de suma importância o realizar leitura labial;
- e) Já no nível de surdez profunda, não há percepção auditiva. O indivíduo com esta condição adquire de maneira muito simples a língua gestual;
- f) A surdez se caracteriza pela ausência total de som.

A Libras, sigla para Língua Brasileira de Sinais, é uma modalidade gestual de comunicação que através da Lei n.º 10.436/2002, reconhece a Libras como um meio de comunicação entre pessoas com deficiência auditiva.

Em artigo feito pela ALESP (Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo) em abril de 2021, são reconhecidas atualmente mais de 300 variantes da linguagem de sinais no mundo. Apesar desta grande variedade, há uma necessidade muito grande de que sejam propagadas essas informações para maior inclusão e garantir que haja acessibilidade para este público total. A ONU (Organização das Nações Unidas), decretou, portanto, o dia 23 de setembro como o Dia Internacional da Linguagem de Sinais.

Tratando-se de educação, o número de deficientes auditivos se enquadram em porcentagens muito menores. Em estudo feito pelo Instituto Locomotiva e a Semana da Acessibilidade Surda em 2019, cerca de 7% dos deficientes auditivos no Brasil possuíam ensino superior completo, 15% ensino médio, 46% frequentaram até o fundamental e 32% não obtiveram nenhum grau de instrução. A figura abaixo demonstra os dados apontados pela ALESP (2021):

Figura 2 – Dados da População surda segundo ALESP



Fonte: ALESP (2021)

Mediante dados tão expressivos e o crescimento no número de pessoas que acessam a internet diariamente, a falta de recursos de acessibilidade pode acabar excluindo os deficientes auditivos de acessar informações na internet. Algumas iniciativas governamentais foram criadas na tentativa de amenizar esse problema. Um desses exemplos é a Lei n.º 10.098 que estabelece normas e critérios para ser promovida a acessibilidade das pessoas com deficiência auditiva.

Assim, é fundamental o uso da Língua Brasileira de Sinais como ferramenta de comunicação entre ouvintes e deficientes auditivos. Para lidar com este problema, e com isso, reduzir a barreira de comunicação entre deficientes auditivos e ouvintes, a proposta deste trabalho é entender como esses problemas de comunicação interferem na vida dos deficientes auditivos, além de desenvolver um protótipo funcional para atenuar os problemas encontrados.

A Escola Inteligência (2022) aponta a TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) como uma das grandes metas da tecnologia neste século. Por meio dela, diversas ferramentas para comunicação surgem a cada dia. Este processo acontece devido à transformação digital, uma mudança de mentalidade em que as empresas passam a se adaptar às novas tecnologias.

Com a crescente evolução tecnológica, a maneira como as informações e a comunicação acontecem mudam constantemente: seja ela por mensagens de texto, mensagens por áudio, ligações em vídeo ou redes sociais. A internet é o grande agente responsável pela criação destas ferramentas. Por meio da internet, é possível criar interconexão entre diversos dispositivos: um computador, um relógio ou uma geladeira, idealizando assim a internet das coisas, onde diversos aparelhos se conectam de maneira a trocar informações entre si. A principal preocupação nesses processos é garantir a boa qualidade das informações que são trocadas. Uma boa comunicação significa transmitir dados e informações de forma clara, precisa e para ser compreendida pelos demais.

Mediante isso, a busca por novos meios de transferir informações, sem que se comprometa o entendimento por parte dos receptores, e de ferramentas tecnológicas que auxiliem neste processo é fundamental para quebrar a barreira de entrega de informação, independente do tipo de comunicação escolhido.

1.1. Justificativa

1.1.1. Desafios na comunicação entre deficientes auditivos e ouvintes

Segundo Ame (2022), mesmo com cerca de 2 milhões de pessoas com deficiência auditiva, presente em diferentes classes e idades, estas pessoas tornam-se invisíveis no meio da sociedade, gerando uma grande dificuldade para se comunicar em diversos contextos sociais. Sem a visibilidade não há inclusão.

1.1.2. Desconhecimento de Libras pelos ouvintes

Apontado ainda por Ame (2022), um dos principais fatores que limita a comunicação entre deficientes auditivos e ouvintes, é a falta de conhecimento de Libras por parte do ouvinte. Embora alguns deficientes auditivos consigam realizar a leitura labial, a falta de conhecimento na linguagem por parte do interlocutor dificulta a troca de informação entre ambas as partes.

A comunicação para deficientes auditivos oralizados é difícil e este fator agrava-se para as pessoas não oralizadas e as que possuem ausência da audição, tendo somente a Linguagem de Sinais como recurso de comunicação.

1.1.3. Falta de empatia e engajamento dos ouvintes

Em estudo realizado pela rede Web Para Todos (2020), no setor de marketing, é mostrado que 30.9% dos 250 entrevistados responderam que organizações acreditam não ser necessário o desenvolvimento de materiais acessíveis como *sites*, livros virtuais, transmissões ao vivo, *blog*, *posts* e outros, voltados para pessoas com deficiência auditiva.

O setor não oferece oportunidade de ingresso e desenvolvimento de carreira para 67% dos profissionais com deficiência entrevistados. Para 30,1%, a falta de acessibilidade no ambiente de trabalho prejudica a agilidade, pois o consumo de material torna-se mais demorado. Outros 14,5% afirmam que precisam investir muito esforço para criar as próprias ferramentas para trabalhar e acessar conteúdo.

Não havendo engajamento dos gestores, funcionários e ouvintes em diminuir barreiras de comunicação, naturalmente a pessoa surda será excluída das interações sociais, reuniões, capacitações, entre outras atividades.

1.1.4. Ausência de tecnologia assistiva

Salientado ainda pelo Instituto AME (2021), a tecnologia assistiva consiste em um mecanismo, ferramenta ou metodologia que auxilia no desenvolvimento cognitivo/motor de uma pessoa com deficiência. Essas ferramentas são utilizadas normalmente por profissionais da área, colaborando para a evolução da pessoa com deficiência em questão. Porém, o corpo humano e suas peculiaridades são infinitas, fazendo com que a tecnologia assistiva seja pouca comparada com as necessidades na sociedade. Além disso, essa tecnologia deve ser de fácil acesso não somente para os profissionais da área, mas também para todos que necessitam.

Essa tecnologia tem como principal intuito tornar as pessoas com deficiência mais autônomas, sem a necessidade de depender de terceiros. E a falta dela dificulta essa autonomia, fazendo com que a pessoa com deficiência tenha a preferência de não realizar tarefas simples, como ir ao mercado, passear, ir à lotérica, entre outros, pois terá a necessidade de ser auxiliada por outra pessoa, fazendo com que se torne dependente dela. A função dessas ferramentas é de proporcionar acessibilidade não apenas com o propósito da usabilidade, mas também em custo. Apesar dessa necessidade, em um mundo cada vez mais tecnológico, a falta de tecnologia assistiva se tornou um dos fatores que impulsionou o interesse de desenvolver um sistema com esse método.

1.2. Objetivos (Geral e específicos)

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é entender as dificuldades geradas na comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e ouvintes. Com isso, desenvolver um software de tradução para auxiliar a aproximação destas pessoas e tornar a comunicação mais acessível entre elas.

1.2.2. Objetivo Específico

O objetivo específico é desenvolver um sistema web, que possa ser utilizado por qualquer pessoa com acesso à internet, seja em um computador ou smartphone, capaz de realizar tradução de libras das seguintes formas:

- a) Tradução de libras para texto através de reconhecimento de imagem utilizando a câmera do dispositivo;
- b) Tradução de texto para voz com a demonstração do sinal de libras correspondente;
- c) Tradução de voz para texto acompanhado do sinal de libras correspondente abaixo do texto.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Comunicação com deficientes auditivos na saúde

Na área da saúde a comunicação é fundamental para a assistência aos usuários, pois através dela que se é possível saber o que se passa e realizar assim o diagnóstico necessário. Dessa forma para que se consiga uma boa interação com os pacientes deficientes algumas ferramentas podem ser usadas na assistência à saúde, para que assim possa se entender as necessidades e prestar assistência de forma adequada, diminuindo o desconforto do profissional e do próprio paciente. A forma de comunicação mais usada entre os profissionais da saúde é a mímica, seguida pela leitura labial, o auxílio de acompanhantes a escrita e em último as libras, que é tida como o meio de comunicação mais eficiente para um diagnóstico correto e um entendimento perfeito em ambas partes, no entanto apenas 1% dos profissionais utilizam ou sabem essa técnica. (SOBRINHO, 2019 p. 8)

Segundo estudo conduzido por Sobrinho (2019, p. 8), em seu artigo Dificuldades na comunicação com portadores de deficiência auditiva, um dos maiores problemas na comunicação entre deficiente e ouvinte, é a falta de conhecimento por parte dos profissionais de saúde na linguagem em sinais. Sobrinho cita ainda que algumas instituições de ensino oferecem cursos de Libras, porém esses cursos geralmente são superficiais, não atingindo muitas vezes 180 horas necessárias para um aprendizado de forma eficaz da linguagem, ministrados muitas das vezes por meios eletrônicos e sem um referencial teórico correto e eficiente.

2.2. Comunicação com deficientes auditivos no meio social

Segundo a pesquisa de Ferraz e Ferraz (2015), a necessidade humana de comunicação é o meio pelo qual os relacionamentos são realizados, pois através dela se faz possível compreensão entre indivíduos e os inclui nos mais variados meios sociais e culturais. Por meio da comunicação é possível compreender reciprocamente e tirar ideias das mais diversas.

O ser humano, ainda segundo os autores, são indivíduos que são incapazes de viver em isolamento prolongado, para a Sociologia, a comunicação e interação social objetiva os propósitos humanos e suas relações.

2.3. Comunicação com deficientes auditivos no meio acadêmico

Silva, Santos, Cunha, Paschoal e Vitorino (2018) apontam que assim como apontado no campo social, a comunicação também no âmbito educacional é muito importante para que os alunos aprendam e consigam interagir com os demais, em estudo conduzido com alunos do ensino fundamental. A comunicação é um fator de extrema importância para inclusão das pessoas com deficiência auditiva no meio acadêmico e social, pois uma vez que os alunos passam a não interagir com os demais colegas de sala e, conseqüentemente com a sociedade, vai criando-se um grupo separado e afastados do convívio social geral. Mais uma vez, a inclusão se funde nessa perspectiva de comunicação não somente entre eles, mas com a sociedade em sua volta.

2.4. Tecnologia Assistiva

A tecnologia Assistiva, anteriormente conhecida como ajudas técnicas, é estabelecida através da Lei n.º 13.146/2015 ou Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI):

tecnologia assistiva ou ajuda técnica: produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. (BRASIL, 2015)

Essa lei deixa evidente a importância da tecnologia assistiva, os produtos citados acima podem ser desde uma simples palmilha de tênis para equilibrar a altura das pernas, ou um complexo software utilizando tecnologias avançadas, isso tudo para a melhora da vida de pessoas com deficiência. Essas ferramentas devem ser facilitadoras em diversos aspectos da vida humana, não apenas em uma área específica, pois a pessoa com deficiência necessita realizar inúmeras tarefas e a sua condição a torna incapaz de realizar essas tarefas simples do cotidiano sem o auxílio de uma terceira pessoa.

Mesmo com a grande necessidade da tecnologia assistiva, ela acaba sendo restrita aos profissionais da área como foi apontado por RODRIGUES & ALVES (2013), o que acaba limitando o seu uso por outras pessoas, diminuindo o conhecimento sobre a mesma, e também como citado por Garcia e Galvão Filho (2012) é possível entender a realidade que se encontra a tecnologia assistiva em nosso país e sua escassez.

Os estudos e análises referentes aos processos de pesquisa e desenvolvimento na área da Tecnologia Assistiva no Brasil ainda são bastante escassos. Raros mesmo. A escassez desses estudos acarreta, como uma de suas conseqüências mais importantes, grandes dificuldades para a definição e formatação de políticas públicas nessa área e para a configuração adequada de iniciativas de apoio e fomento a projetos com esse foco (GARCIA; GALVÃO FILHO, 2012, p. 8).

Portanto, entende-se que a falta de tecnologia assistiva, é extremamente complexa para criação de projetos e apoio aos deficientes, dificultando a criação de projetos que auxiliam a acessibilidade.

2.5. Aplicação web

Por muitos anos as aplicações foram desenvolvidas para uso direto em computadores. O consumo de recursos da máquina foi sempre uma pauta em discussão na engenharia de software. Buscar usar o máximo da aplicação com o uso mínimo dos recursos de máquina possíveis. Além disso, é necessário manter a aplicação segura e atualizada.

Com a chegada da computação em nuvem, as aplicações tornaram-se mais robustas e poderosas, com recursos de hardware que se limitam apenas a quanto o desenvolvedor está disposto a investir. Em comparação com as aplicações tradicionais, as aplicações web são de fácil acesso e não demandam muitos recursos computacionais do cliente para ser acessada.

De forma muito resumida, uma aplicação web é como qualquer sistema: recebe uma entrada com a interação do usuário, processa com uma lógica central e gera uma resposta. A grande vantagem é que ela pode ser acessada em qualquer plataforma e em qualquer sistema operacional. (SACRAMENTO, 2018)

Como apontado por Sacramento (2018), a maior vantagem das aplicações web é ser acessada em qualquer plataforma e sistema operacional, sem a maior necessidade de baixar e instalar nenhum componente extra para utilizar o recurso.

3. Materiais e Métodos

A pesquisa sobre os temas voltados à comunicação entre deficientes auditivos e ouvintes foi realizada de maneira qualitativa, tomando como base três cenários em artigos referentes às dificuldades da comunicação entre pessoas com deficiência auditiva e ouvintes em meios sociais, na saúde e na educação.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizadas técnicas de Engenharia de Software, como análise, desenvolvimento e manutenção de softwares, bem como gestão de projetos e times, tendo em sua base os processos

3.1. Levantamento de requisitos

Segundo levantado por Dilkin (2020), requisito é a definição de um comportamento e características que um produto deve conter para satisfazer uma necessidade. Com o levantamento de requisitos é possível desenvolver softwares com as necessidades do cliente.

Esses requisitos podem ser classificados como requisitos funcionais e não-funcionais. Para este projeto, estão listados abaixo os requisitos levantados.

3.1.1. Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais indicam o que o sistema deve fazer e como deve se comportar em situações específicas.

- a) O software de tradução de Libras deverá realizar a tradução da linguagem de sinais para texto, se assim selecionada a opção;
- b) O software de tradução de Libras deverá realizar a tradução da linguagem de sinais para áudio, se assim selecionada a opção;
- c) O software de tradução de Libras deverá realizar a tradução de texto para Libras, se assim selecionada a opção.

3.1.2. Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais indicam as características que o sistema deve possuir, em termos de segurança, desempenho, usabilidade, confiabilidade, disponibilidade e tecnologias envolvidas.

3.1.3. Requisitos da organização

- a) O software terá uma arquitetura em nuvem, hospedado na plataforma Netlify.

3.1.4. Requisitos de implementação

- a) O software deverá ser desenvolvido utilizando para o *back-end* Angular;
- b) A inteligência artificial será treinada utilizando a ferramenta de aprendizado de máquina *Teachable Machine* para reconhecimento de imagens.

3.1.5. Requisitos de portabilidade

- a) O sistema deverá rodar em qualquer dispositivo que tenha navegador de internet instalado.

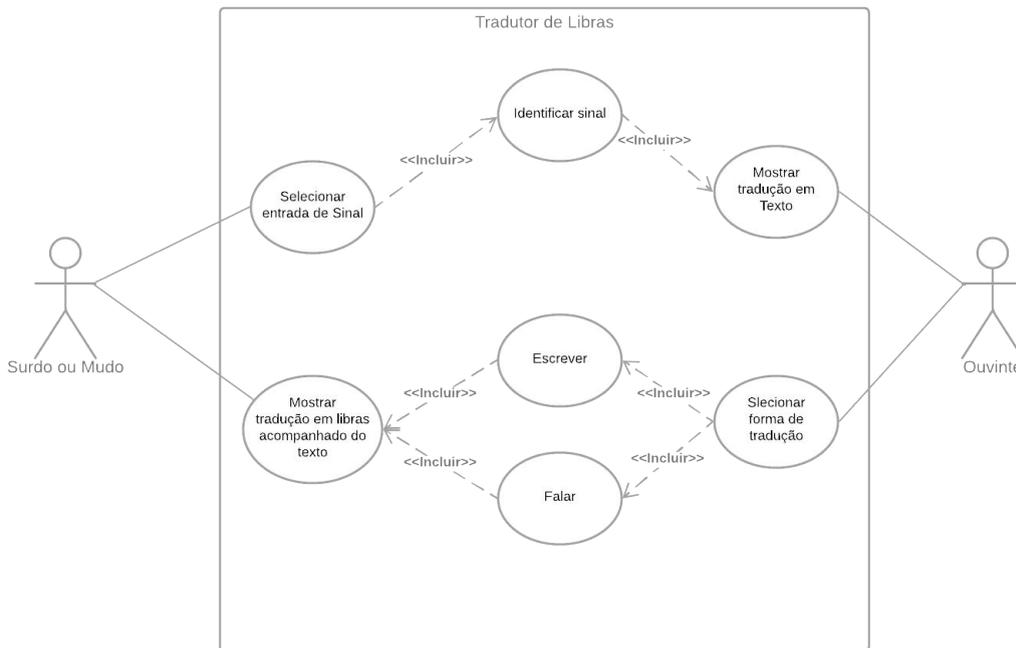
3.1.6. Requisitos de produtos

- a) O sistema deverá realizar a tradução em até 4 segundos.

3.2. Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso consiste em demonstrar a interação de um ator (o usuário) com o aplicativo ou sistema em questão e suas principais funcionalidades, é um diagrama que dá uma visão geral e não entra em muitos detalhes, mas é uma ótima maneira de demonstrar ideias de forma simples. O diagrama de caso de uso para o sistema de tradução de Libras é demonstrado na figura 3 abaixo:

Figura 3 – Diagrama de caso de uso

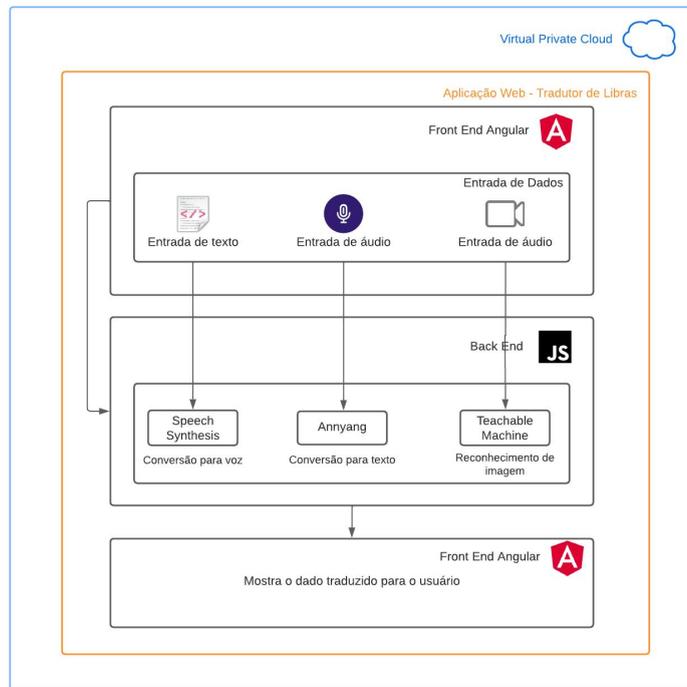


Fonte: Autor (2022)

3.3. Arquitetura de software

A arquitetura de software trata-se da estrutura do software, definição dos componentes e relacionamento com softwares externos. Com a arquitetura de software é possível criar softwares preditivos e organizados logicamente. Projetar a arquitetura é importante para que os interesses de todos os envolvidos sejam considerados. Em vista disso, a figura 4 demonstra arquitetura desenvolvida para o software de tradução.

Figura 4 - Arquitetura proposta



Fonte: Autor (2022)

3.4. Escolha tecnológica

Para a realização deste projeto, foram utilizadas ferramentas que auxiliam o processo de desenvolvimento de software de maneira rápida:

- Inteligência Artificial:** Em tecnologia, o significado de inteligência artificial consiste na capacidade em que as máquinas possuem de executar tarefas complexas associadas aos seres humanos, contando com o principal objetivo de realizar funções de modo autônomo;
- Aprendizado de Máquina:** É um ramo da inteligência artificial que se baseia na ideia de que as máquinas podem aprender por si mesmas, sem precisar de programação explícita. Isso é possível graças a algoritmos de aprendizado de máquina, capazes de "aprender" a partir de dados, reconhecer padrões e tomar decisões com base nesses padrões. Por exemplo, um algoritmo de aprendizado de máquina pode ser treinado com milhares de imagens de gatos e cães, e então conseguir reconhecer se uma nova imagem mostra um gato ou um cão com base no que aprendeu com os dados anteriores;
- Figma:** A ferramenta Figma é um software de desenho gráfico que permite criar e editar projetos de design de forma online. Ele é muito útil para quem trabalha com criação de projetos visuais, como websites, aplicativos, anúncios e outros materiais de marketing. Ela é compatível com vários sistemas operacionais e pode ser usada tanto no navegador quanto como aplicativo nativo em dispositivos móveis e de mesa;

- d) HTML (Linguagem de Marcação de Hipertexto): É uma linguagem para a criação de páginas da web e é o que permite que o conteúdo de uma página seja exibido corretamente em um navegador. Ele é usado para estruturar e dar formato ao conteúdo da página, incluindo texto, imagens, vídeos, links e outros elementos;
- e) CSS (Cascading Style Sheets): é uma linguagem de estilo que ajuda a controlar como os elementos de uma página da web são exibidos, incluindo cores, fontes, tamanhos, posições e outros aspectos de layout. Ele é usado em conjunto com o HTML para criar páginas da web e permite que você faça alterações na aparência do site;
- f) Javascript (linguagem de programação): Linguagem de programação, amplamente usada na web para adicionar funcionalidades dinâmicas e interativas a páginas de web. É usado para criar efeitos interativos, como animações, validação de formulários, carregamento de conteúdo em uma página sem precisar atualizá-la. É compatível com todos os principais navegadores da web e é muito útil para criar aplicativos web complexo e interativos;
- g) Angular: é um framework de desenvolvimento de aplicativos web, criado pelo Google para criar aplicativos web complexos e interativos de forma rápida e fácil. Ele é baseado em componentes e possui recursos de desenvolvimento, como ligação de dados e roteamento. Ele permite criar aplicativos web de uma única página, com conteúdo carregado dinamicamente, o que torna a experiência do usuário mais fluida. A estrutura de um componente Angular é formada por três elementos, a parte de modelo (HTML), a parte de estilo (CSS) e a parte de interação (TypeScript);
- h) TypeScript: É uma linguagem de programação de código aberto, desenvolvida pela Microsoft. É considerada um potencializador da linguagem JavaScript. Com ela é possível trabalhar com alguns recursos que não há no javascript, por exemplo, a tipagem de dados, interfaces e orientação a objetos;
- i) Angular Material: É uma biblioteca oficial do Angular. É a especificação de design para interfaces interativas do Google. Com ele é possível a implementar em um sistema elementos, ícones, cores, cards e imagens;
- j) Annyang: Biblioteca construída em JavaScript de código aberto que realiza o reconhecimento de voz capturado no microfone de um dispositivo, e por meio disso faz a tradução para linguagem textual;
- k) SpeechSynthesis: Uma biblioteca de código aberto que realiza a tradução de texto para voz. Com a implementação da biblioteca em um software, é possível permitir que um usuário escreva um texto, e o mesmo possa ouvi-lo, através da reprodução por vozes gravadas;
- l) Teachable Machine: O Teachable Machine é uma ferramenta desenvolvida pelo Google, com o intuito de ensinar usuários, de forma simples, alguns conceitos de inteligência artificial. A Ferramenta possibilita o reconhecimento de imagens através da câmera de um dispositivo, que tem como resultados as respostas pré-definidas. Desta forma, é possível entender como o aprendizado de máquina funciona. O computador é treinado para reconhecer determinados padrões de comportamento, com isso, realizar uma tarefa específica.

3.5. Desenvolvimento

Do desenvolvimento do projeto, foram seguidas as seguintes etapas:

- a) Gestão: Presente durante todo o projeto, envolvendo reuniões de alinhamento, atribuição de tarefas e priorização de atividades;
- b) Concepção: Onde foram feitos os primeiros registros de ideias e possibilidades;
- c) Levantamento: Nesta etapa foram definidos os recursos e tecnologias necessários para o desenvolvimento da aplicação;
- d) Elaboração: A partir desta etapa, iniciou-se o desenvolvimento da arquitetura e dos códigos do projeto;
- e) Validação: Os recursos foram testados e aprovados para a aplicação.

4. Resultados e Discussão

Na definição do layout, foi utilizado o Figma, onde foi possível ter ideia de como ficaria cada uma das telas do sistema. Como resultado, a tela inicial é demonstrada na figura 5.

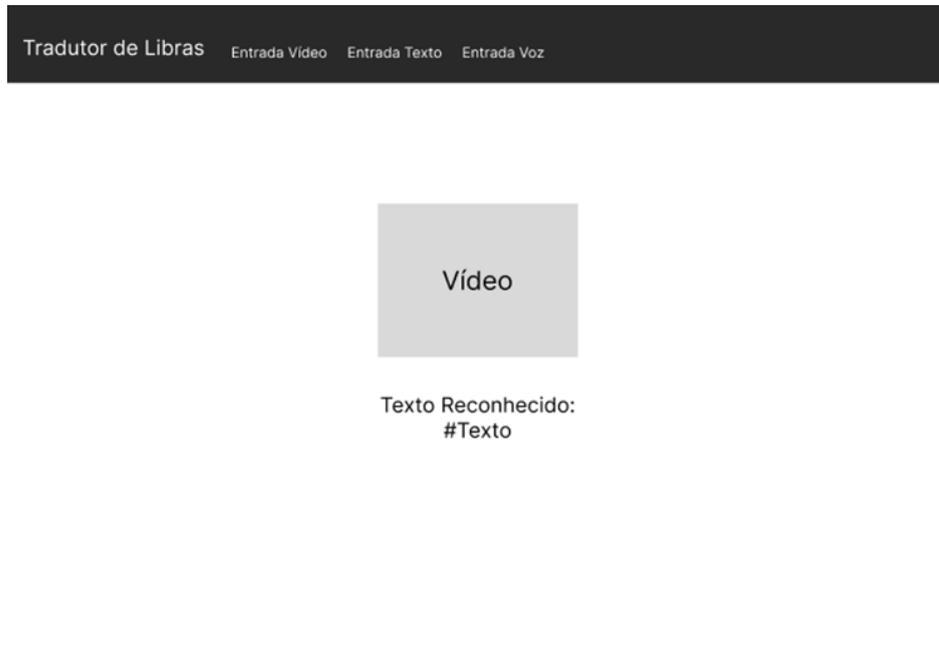
Figura 5 – Tela inicial do Tradutor de Libras



Fonte: Autor (2022)

A tela de entrada de vídeo foi desenvolvida seguindo os moldes definidos na tela inicial, com a adição do quadro onde a imagem captada é demonstrada, seguido da demonstração da tradução para texto do dado de entrada, como a figura 6 aponta.

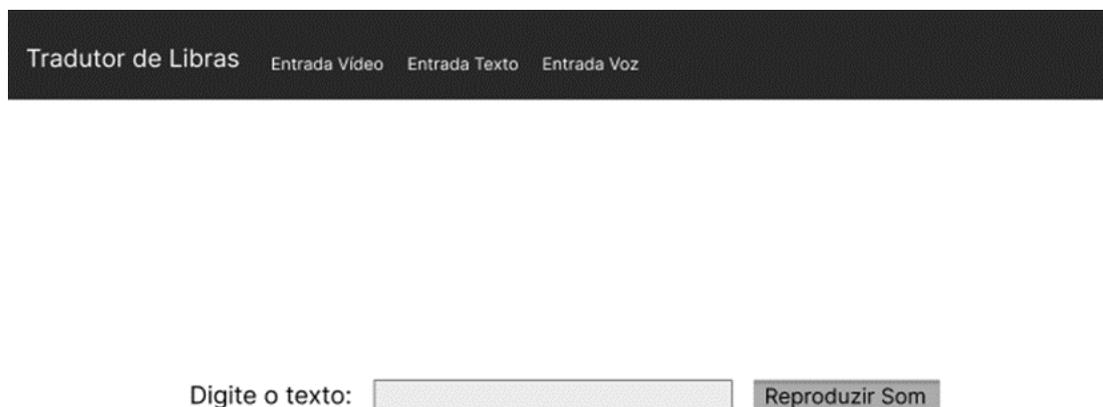
Figura 6 – Tela de entrada de vídeo para tradução



Fonte: Autor (2022)

A tela para conversão de texto, possui uma caixa de texto onde é possível digitar a frase. A figura 7 representa a tela desenvolvida.

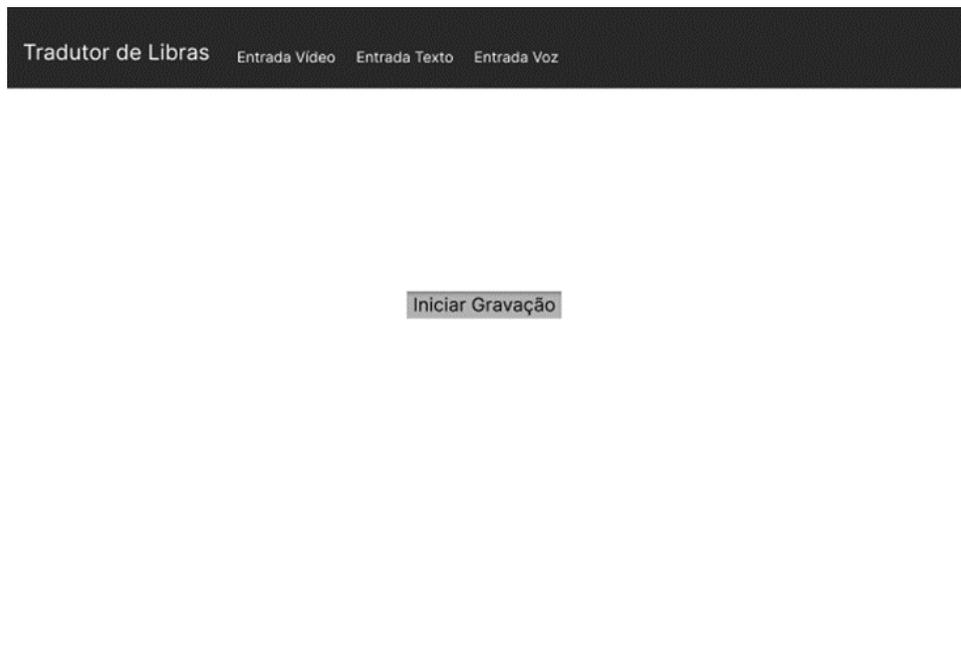
Figura 7 – Tela de entrada de texto para tradução



Fonte: Autor (2022)

Já para a entrada de vídeo, um botão que habilita a câmera do dispositivo foi posicionado, para que apenas com o consentimento do usuário, a câmera possa ser utilizada. Como mostra a figura 9.

Figura 9 – Tela de entrada de voz para tradução



Fonte: Autor (2022)

Na codificação foram utilizados HTML, CSS e a biblioteca Angular Material, executados no framework Angular. Essa construção foi realizada com base no modelo feito no Figma. Em seguida, as integrações entre código na parte lógica e das telas foi utilizado o TypeScript.

O usuário acessa a aplicação através de seu navegador e seleciona a tela da tradução que deseja realizar. Com a seleção da tela de Tradução de Texto, o texto é inserido e faz a solicitação de tradução. Quando a entrada do dado é recebida, a requisição é feita ao à API (Interface de Programação de Aplicação) SpeechSynthesis, que ao informar o texto, reproduz o áudio da palavra ou frase correspondente. Nessa mesma tela, é exibida a imagem em Libras do texto digitado. Demonstração na Figura 10.

Figura 10 – Tradução do texto “Olá” para Libras e voz



Fonte: Autor (2022)

A tradução de voz é feita utilizando a biblioteca Annyang, que é uma biblioteca também de código livre extremamente leve desenvolvida para projetos em JavaScript, onde é possível habilitar o microfone do dispositivo para realizar a entrada de voz. Essa biblioteca é responsável por reconhecer o áudio e informar o texto correspondente. Nessa tela também é exibida a imagem em libras, correspondente ao texto informado. Demonstração na Figura 11.

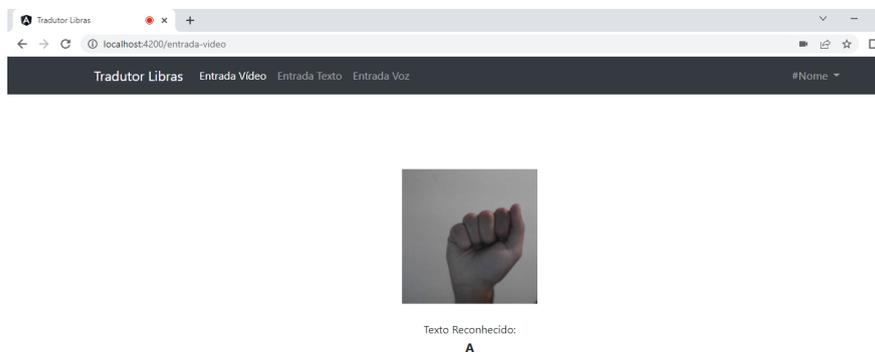
Figura 11 – Tela com a tradução de voz da frase “Prazer em Conhecer”



Fonte: Autor (2022)

Quando selecionado o recurso de tradução de imagens, o sistema de tradução utiliza aprendizado de máquina com técnicas de visão computacional. Foi possível obter esta funcionalidade com a implementação do resultado obtido a partir do aprendizado realizado na ferramenta Teachable Machine. Ao habilitar a câmera do dispositivo, o usuário faz o sinal em libras, reconhecido pelo sistema e assim traz a informação em texto correspondente ao sinal. Demonstração na Figura 12.

Figura 12 – Entrada de vídeo para tradução da letra “A”

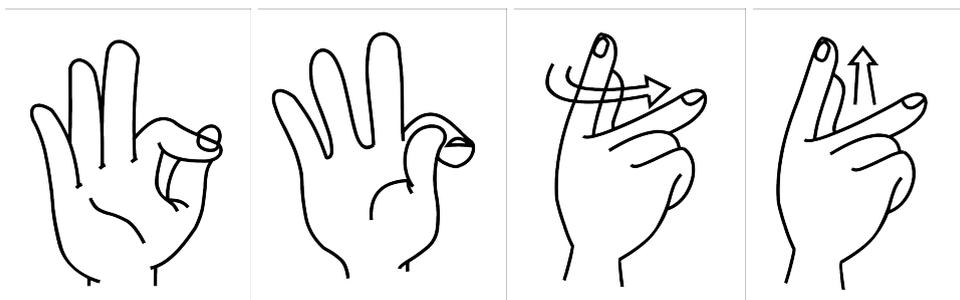


Fonte: Autor (2022)

4.1. Limitações

Ao iniciar os testes do reconhecimento de imagens, algumas limitações foram encontradas para o treinamento de gestos, ou seja, de palavras em Libras que exigem movimentação da mão ou do corpo. Desta forma foi notado que o treinamento da máquina só é possível com imagens estáticas, no caso deste projeto, sinais de libras estáticos, impedindo assim o aprendizado de frases completas. Com isso, o escopo do protótipo foi reduzido para o reconhecimento do alfabeto, ainda assim, foi necessário criar algumas variações em alguns sinais que necessitavam de movimentos ou que são muito similares, como as letras, F e T, H e o K. Demonstração na figura 13.

Figura 13 – Sinais que exigem movimento de mão



Fonte: Significado Libras (2017)

4.2. Recursos

O protótipo conta com recurso de tradução de texto, áudio e imagem.

4.3. Restrições

O protótipo não tem restrição de uso no que diz respeito a usuários.

Por ser um aplicativo web, seu desempenho não fica restrito a recursos computacionais próprios do usuário. Para acessar a aplicação é necessário apenas utilizar um navegador compatível com a versão do Angular 8.5.0 ou superior.

O acesso ao aplicativo através de aparelhos móveis não é restrito, porém, pode ocorrer falhas na responsividade da tela, ou seja, a disposição dos elementos não se adapta corretamente em todos os formatos de tela.

5. Considerações Finais

5.1 Trabalhos futuros

5.1.1 Banco de Dados

Com base no escopo reduzido, definido devido ao tempo da criação do protótipo, o banco de dados ficou limitado em apenas 1 tabela. Nesta tabela são armazenadas as letras do alfabeto. Ao realizar a digitação no sistema, são identificadas cada letra digitada através da API. Esta, no que lhe concerne, imediatamente busca o sinal correspondente de cada letra no banco de dados e traz tradução em formato de sinal. Também foi possível armazenar algumas frases de comprimento, como “Olá”, “Prazer em conhecer”, “Bom dia”.

É notório que com a evolução do projeto, se faz necessário evoluir o banco de dados, com a adição de tabelas para diferentes tipos de conversação. Como exemplo para tal: uma tabela com imagens para palavras e diferentes frases, o que se torna mais complexo por existir sinais idênticos para diferentes palavras, o que torna a tradução dependente do contexto da conversa.

O software de tradução de Libras foi elaborado para ter toda a sua arquitetura em nuvem, que lhe garante que haja sempre recursos suficientes com elasticidade e garantia da segurança da proteção dos dados.

5.1.2 Aprendizado de máquina

Considerada a ausência de indicadores para referência de movimentos para a plataforma Teachable Machine, foram buscadas bibliotecas que poderiam identificar o movimento das mãos com técnicas de localização. Dentre as opções válidas foram encontradas a biblioteca OpenCV, extremamente popular no segmento de visão computacional. A OpenCV é utilizada como ferramenta de grandes líderes globais da tecnologia, como Google, IBM, Intel, Microsoft. No escopo do projeto, a OpenCV se tornou uma proposta promissora, porém dois desafios foram identificados:

- Complexidade (Conhecimento de Técnicas de Aprendizado de Máquina e Aprendizagem Profunda);
- Conteúdo insuficiente disponível para estudo utilizando as tecnologias do projeto (*Javascript, NodeJs*).

Em vista dos empecilhos identificados, se fez necessária uma plataforma com implementação para Javascript e uma curva de aprendizado menor, ou seja, a relação entre tempo investido e conteúdo assimilado. Este fator foi extremamente impactante no desenvolvimento do projeto, afinal é uma tecnologia relativamente nova, que demanda um alto grau de conhecimento para sua plena operação.

A plataforma Media Pipe, já utilizada em projetos passados para aplicações semelhantes, é desenvolvida e cedida de forma open-source (código que pode ser acessado de forma pública) pelo Google. A implementação desta ferramenta, se comparado ao OpenCV, é extremamente prática: não é necessário conhecimento prévio de tratamento de imagens como o OpenCV. Esta plataforma possui diversas aplicações que abrangem reconhecimento de imagens, como Reconhecimento de face, íris, poses e objetos, e mãos. A Media Pipe é uma boa alternativa, mas exige que o modelo computacional seja treinado com 30 mil imagens para um resultado satisfatório de reconhecimento de imagens.

O conceito para o reconhecimento dos movimentos das mãos para a tradução de LIBRAS se faz por rastreamento de 21 pontos. Estes pontos são disponibilizados pelo Media Pipe, após a integração da biblioteca ao software de tradução. Além disso, integra-se o sistema ao hardware para acesso às imagens, ou seja, uma câmera que será usada para captar as imagens. Estes 21 pontos e seus respectivos indicadores são representados na figura 13.

Figura 13 – Mapeamento dos pontos da mão



Fonte: Adaptado de *Analytics Vidhya*

Cada ponto na imagem é representado por um sistema de coordenadas cartesianas 3D, x, y e z. A ideia é adicionar um atraso para o processamento, para que assim o software possa “enxergar” o movimento de cada ponto de interesse durante alguns segundos. O padrão do movimento durante o processamento será cruzado aos parâmetros já estabelecidos. Como exemplo, foi construída uma função para que o software registre a variação nos eixos de interesse x e y durante 4 segundos, totalizando 15 pontos, com um movimento de um semicírculo. A figura 14 demonstra o movimento da mão e os pontos mapeados.

Figura 14 – Registro de movimento para reconhecimento visual

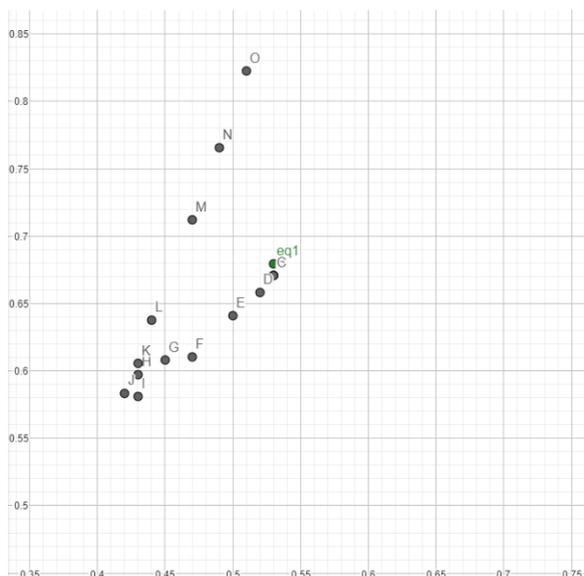


Fonte: Autor (2022)

Embora seja um avanço considerável ao projeto, a implementação do Media Pipe demandaria treinos constantes, e pouco flexíveis no reconhecimento de tais sinais, visto que não há uma inteligência lidando com diversas variáveis e cenários, tudo que seria proposto se basearia em resultados parametrizados no escopo deste projeto.

Utilizando o software Geogebra, é perceptível o “ruído” encontrado nesta amostra, além do espelhamento, se comparado ao movimento capturado. Demonstração na figura 15.

Figura 15 - Comportamento do dedo durante movimento



Fonte: Geogebra (2022)

5.2. Conclusões

Este estudo tornou evidente que a comunicação entre surdos e ouvintes de fato existe uma barreira enorme, que começa pela falta de conhecimento dos ouvintes, alguns casos a falta de empatia por parte dos ouvintes para com os deficientes auditivos, ocasionando a falta de ferramentas e suporte para pessoas surdas. A comunicação entre deficientes auditivos e ouvintes requer uma atenção especial, pois foi evidenciada que a falta da comunicação para o ser humano causa um efeito de afastamento em grupos sociais. Tal fato cria nos deficientes auditivos uma sensação de não pertencimento. Esta sensação se agrava quando se trata de jovens e crianças, pois se sentem incapazes de participar das atividades e círculos sociais de suas turmas escolares. Este receio é causado por não haver conforto de que serão bem recebidos por seus colegas.

Outra evidência da atenção que deve ser empregada à comunicação, voltada à inclusão, se dá no meio da saúde: onde uma condição ou doença podem constranger o paciente que depende de um terceiro durante o processo em que se encontra sob consulta. O ser humano é uma espécie que necessita de interação para construção de seu papel na sociedade. Retirar do ser humano a habilidade de comunicar-se, é retirar dele seu senso de pertencimento, impedir que seus pensamentos e que suas vontades sejam expressas.

A tecnologia por si só não consegue resolver todos os problemas da comunicação, mas por meio dela, é muito mais fácil de alcançar uma quantidade maior de pessoas para o entendimento das barreiras enfrentadas entre deficientes auditivos e ouvintes. As ações sociais são de extrema valia e devem ser consideradas para se criar dentro da sociedade um senso de acolhimento e igualdade entre deficientes auditivos e ouvintes. Nas escolas, desde cedo a linguagem de sinais deve ser ensinada, de modo a alcançar a conclusão do ensino fundamental, já com a capacidade de comunicar-se em Libras, ao menos o essencial para situações cotidianas.

Os estudos que foram aqui feitos, apontam que uma ferramenta capaz de intermediar a comunicação, sem a necessidade de um terceiro membro na interação, que seja imparcial e capaz de transmitir seus pensamentos de maneira clara e eficaz é de suma importância. Este fator agrava-se ainda mais com a falta de recursos assistivos que tornem isso possível. A tecnologia evolui constantemente e, sabendo disso, a aplicabilidade deste projeto torna-se um fator importante para a mitigação da falta de conhecimento sobre a linguagem de sinais (Libras). O projeto posiciona-se também como forma de engajamento social para os ouvintes tomarem consciência da importância da sua existência.

O Tradutor de Libras é um protótipo, porém, à medida que for atualizado, receberá mais recursos que auxiliem na tomada de conhecimento dos que não entendem a linguagem de sinais. Pode ainda auxiliar na comunicação em meios acadêmicos, sociais e da saúde e visa principalmente facilitar a comunicação entre ouvintes e pessoas com deficiência auditiva. Com isso, espera-se diminuir a barreira que se cria socialmente entre os membros dessa relação.

6. Referências Bibliográficas

ALAM, Tauhidul. **Integre reconhecimento de fala com dentro dos componentes do Angular**. 2020. Disponível em:

<https://medium.com/@tauhidcodeninja/integrate-speech-recognition-within-angular-component-299043bf9287>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ALBUQUERQUE, A. K. R; SOBRINHO, J. L. G. **Dificuldades na comunicação com portadores de deficiência auditiva**. 2019. 11 f. TCC (Graduação) - Curso de Enfermagem, Faculdades Integradas da União Educacional do Planalto Central, Brasília, 2018. Disponível em:

https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/75/1/Jennifer%20Sobrinho_0000200.pdf. Acesso em: 28 nov. 2022.

AME (org.). **Comunicação entre surdos e ouvintes: principais desafios**. Disponível em: <https://www.ame-sp.org.br/comunicacao-entre-surdos-e-ouvintes-principais-desafios/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BARTLE, David (org.). **Habilitando um aplicativo angular com palavras de despertar**. 2021. Disponível em:

<https://medium.com/picovoice/voice-enabling-an-angular-app-with-wake-words-dae4c9f26f9f>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.. **Legislação Informatizada - Lei Nº 10.098, de 19 de Dezembro de 2000 - Publicação Original**. Brasília, DF, Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-10098-19-dezembro-2000-377651-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 18 dez. 2022.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília, DF, Seção 1. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm#art127. Acesso em: 28 nov. 2022.

BRASIL. IBGE. (org.). **Total de pessoas com deficiência auditiva no Brasil**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0&cat=-1,-2,-3,128&ind=4643>. Acesso em: 28 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Governo Federal (org.). **Surdez: tipos de surdez**. Tipos de Surdez. 2012. Disponível em:

<https://bvsm.sau.gov.br/surdez-3/#:~:text=Surdez%20%C3%A9%20o%20nome%20da%20do,e%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20daquilo%20que%20ouvimos>. Acesso em: 28 nov. 2022.

CATUNDA, H. (Brasil). Hashtag (org.). **CRIAÇÃO DE API COM PYTHON – COMO CRIAR SUA PRÓPRIA API?** 2021. Disponível em: <https://www.hashtagtreinamentos.com/criacao-de-api-com-python>. Acesso em: 28 nov. 2022.

CHINDA, G(org.). **Como Construir um Aplicativo Texto-para-Fala com API Web Speech.** 2019. Disponível em: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-build-a-text-to-speech-app-with-web-speech-api>. Acesso em: 28 nov. 2022.

DILKIN, D. (org.). **A importância de fazer o levantamento de requisitos para um sistema.** 2020. Disponível em: <https://vverner.com/a-importancia-de-fazer-o-levantamento-de-requisitos-para-um-sistema/#:~:text=Defini%C3%A7%C3%A3o%20de%20Levantamento%20de%20Requisitos,-Assim%20como%20definimos&text=%C3%89%20a%20primeira%20fase%20no,as%20restri%C3%A7%C3%B5es%20%C3%A0%20opera%C3%A7%C3%A3o%20dele..> Acesso em: 18 dez. 2022.

ESCOLA INTELIGÊNCIA (Brasil) (org.). **Benefícios da tecnologia da informação e comunicação na educação.** 2022. Disponível em: <https://escoladainteligencia.com.br/blog/tecnologia-da-informacao-e-comunicacao-na-educacao/>. Acesso em: 19 dez. 2022.

FERRAZ, F. J. S; FERRAZ, L.. **As relações sociais de comunicação entre surdos e não surdos.** 2015. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd211/comunicacao-entre-surdos-e-nao-surdos.htm>. Acesso em: 28 nov. 2022.

FREITAS K. (Brasil). Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (org.). **Dia Internacional da Linguagem de Sinais procura promover a inclusão de pessoas surdas.** 2021. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?23/09/2021/dia-internacional-da-linguagem-de-sinais-procura-promover-a-inclusao-de-pessoas-surdas->. Acesso em: 27 nov. 2022.

GOMES, Mariane (org.). **Quais são os graus de perda auditiva?** Disponível em: <https://www.eauriz.com.br/graus-de-perda-auditiva/>. Acesso em: 19 dez. 2022.

GOOGLE (Estados Unidos) (org.). **TensorFlow.js: crie sua própria Máquina que Aprende usando aprendizado por transferência com o TensorFlow.js.** Disponível em: <https://codelabs.developers.google.com/tensorflowjs-transfer-learning-teachable-machine?hl=pt-br#7>. Acesso em: 28 nov. 2022.

MDN, Contribuidores (org.). **API Web Speech.** Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/SpeechSynthesisUtterance>. Acesso em: 28 nov. 2022.

NEVES, U. (org.). **A falta de acessibilidade comunicacional é a maior dificuldade na assistência aos usuários surdos na área de saúde**. 2021. Disponível em: <https://pebmed.com.br/a-falta-de-acessibilidade-comunicacional-e-a-maior-dificuldade-na-assistencia-aos-usuarios-surdos-na-area-de-saude/#:~:text=Sa%C3%BAde%20P%C3%BAblica-,A%20falta%20de%20acessibilidade%20comunicacional%20%C3%A9%20a%20maior%20dificuldade%20na,entendimento%20do%20problema%20do%20paciente..> Acesso em: 28 nov. 2022.

PAIVA, N.(org.). **Criação de uma API Rest com Python**. 2019. Disponível em: <https://nataniel-paiva.medium.com/cria%C3%A7%C3%A3o-de-uma-api-rest-com-python-76696d17bfb9>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PETRICS, G. (Estados Unidos). Geogebra (org.). **O Algoritmo de Aprendizagem de Máquina Supervisionada knn**. Disponível em: <https://www.geogebra.org/m/tneq8bsv>. Acesso em: 27 nov. 2022.

RENJITH, P. (org.). **Aplicativo de Classificação de Imagem feito com Google Teachable Machine**. 2020. Disponível em: <https://medium.com/swlh/angular-image-classification-app-made-simple-with-google-teachable-machine-c6b4202a975>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SACRAMENTO, G (org.). **Aplicação web: o que é, diferença para website, como funciona e mais!** 2018. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/talent-blog/aplicacao-web/>. Acesso em: 18 dez. 2022.

SHAKHADRI, S. A. G. (org.). **Construindo um Sistema de Mapeamento de Mão com OpenCV**. 2021. Disponível em: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/07/building-a-hand-tracking-system-using-opencv/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SIGNIFICADOS (Brasil) (org.). **O que é LIBRAS:**. 2017. Disponível em: <https://www.significados.com.br/libras/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

SILVA, I. F., et al.. **Comunicação: um desafio enfrentado por alunos surdos no ensino regular**. Anais V CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/46730>>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SINGH, I. **Construindo um aplicativo que toca áudio com Angular e RxJS**. 2019. Disponível em: <https://auth0.com/blog/building-an-audio-player-app-with-angular-and-rxjs/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

TALATER (Estados Unidos) (org.). **Annyang! Reconhecimento da fala que simplesmente funciona**. 2016. Disponível em: <https://www.talater.com/annyang/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

TEACHABLE MACHINE (Estados Unidos). Google (org.). **Aprendizado de máquina com imagens, sons e poses**. Disponível em: <https://teachablemachine.withgoogle.com/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

USP (org.). **Não deixe seu mundo silenciar**. 2012. Revista Espaço Aberto. Disponível em: <https://www.usp.br/espacoaberto/?materia=nao-deixe-seu-mundo-silenciar>. Acesso em: 28 nov. 2022.

WEB PARA TODOS (Brasil). **A comunicação digital das empresas não se preocupa em ser mais inclusiva, diz pesquisa**. 2020. Disponível em: <https://mwpt.com.br/a-comunicacao-digital-das-empresas-nao-se-preocupa-em-ser-mais-inclusiva-diz-pesquisa/>. Acesso em: 28 nov. 2022.